OIPE JC167 FEB 26 2004 PATENT & TRADEMARK OFFICE

Atty. Dkt. No. 017498-0171

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Hisashi ISOZAKI et al.

Title: SURFACE INSPECTION METHOD AND APPARATUS

Appl. No.: 10/680,432

Filing Date: 10/08/2003

Examiner: Unassigned

Art Unit: 2851

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- JAPAN Patent Application No. 2002-295613 filed 10/09/2002.

Respectfully submitted,

Date FEB 26 2004

By _____

FOLEY & LARDNER
Customer Number: 22428
Telephone: (202) 672-5414
Facsimile: (202) 672-5399

Richard L. Schwaab
Attorney for Applicant
Registration No. 25,479

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: ２００２年１０月 ９日

出 願 番 号
Application Number: 特願２００２－２９５６１３
[ST. 10/C]: [ＪＰ２００２－２９５６１３]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社トプコン

２００３年 ９月３０日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 今井康夫

出証番号 出証特２００３－３０８０３０３

【書類名】　特許願

【整理番号】　P149111

【提出日】　平成14年10月 9日

【あて先】　特許庁長官殿

【発明者】

【住所又は居所】　東京都板橋区蓮沼町７５番１号　株式会社トプコン内

【氏名】　磯崎　久

【発明者】

【住所又は居所】　東京都板橋区蓮沼町７５番１号　株式会社トプコン内

【氏名】　山崎　倫敬

【発明者】

【住所又は居所】　東京都板橋区蓮沼町７５番１号　株式会社トプコン内

【氏名】　吉川　浩

【発明者】

【住所又は居所】　東京都板橋区蓮沼町７５番１号　株式会社トプコン内

【氏名】　高瀬　壮宏

【発明者】

【住所又は居所】　東京都板橋区蓮沼町７５番１号　株式会社トプコン内

【氏名】　志田　裕

【発明者】

【住所又は居所】　東京都板橋区蓮沼町７５番１号　株式会社トプコン内

【氏名】　岩　陽一郎

【特許出願人】

【識別番号】　000220343

【住所又は居所】　東京都板橋区蓮沼町７５番１号

【氏名又は名称】　株式会社　トプコン

【代理人】

【識別番号】　100074538

【弁理士】

【氏名又は名称】　田辺　徹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】　040475

【納付金額】　21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】　明細書　1

【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【包括委任状番号】　9105402

【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】　表面検査方法および装置

【特許請求の範囲】

【請求項１】　同一入射角度で２種以上の波長のレーザを切り替えもしくは混合の形で膜付きの被検査物に入射して、被検査物の表面を検査する方法において、予め、検査装置に関する検査データと被検査物上の膜に関する膜パラメータとを、所定の検査条件を得るように互いに関連づけて記憶させておき、測定の際に、測定しようとする被検査物の膜パラメータを検査装置にオペレータが設定することにより、所定の検査条件を検査装置内で自動設定することを特徴とする表面検査方法。

【請求項２】　オペレータにより設定される膜パラメータが膜厚と屈折率であることを特徴とする請求項１に記載の表面検査方法。

【請求項３】　同一入射角度で２種以上の波長のレーザを切り替えもしくは混合の形で膜付きの被検査物に入射して、被検査物の表面を検査する装置において、

検査装置に関する検査データと被検査物上の膜に関する膜パラメータとを所定の検査条件を得るように互いに関連づけて記憶する記憶手段と、

測定の際に、測定しようとする被検査物の膜パラメータをオペレータにより設定する設定手段と、

設定手段により設定された膜パラメータに基いて所定の検査条件を自動的に演算する演算手段と、

演算手段により演算された所定の検査条件に基いて装置の各部を制御する制御手段と、

を有することを特徴とする表面検査装置。

【請求項４】　設定手段で設定する膜パラメータが膜厚と屈折率であることを特徴とする請求項３に記載の表面検査装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、膜付きの被検査物たとえばウェーハを検査する表面検査方法および装置に関する。たとえば、本発明は、膜構造を持つ半導体ウェーハの表面に存在する異物や傷を２種以上のレーザで検査する表面検査方法および装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

被検査ウェーハの表面を検査することで、間接的に、そのウェーハを加工した製造装置の状態を管理することができる。

【０００３】

従来の膜なしウェーハの表面を検査する場合、ウェーハ表面の反射率がほぼ決まっているため、ウェーハ自体の性質は考慮する必要がなかった。

【０００４】

このため、粒径が既知な標準粒子をウェーハ表面に所定個数塗布された較正用ウェーハを、異なる各測定毎に共通して使用し、キャリブレーションを行うことで、精度を管理することができた。

【０００５】

従って、較正用ウェーハによるキャリブレーションは、検査装置自体の管理として用いられていたといえる。

【０００６】

一方、膜付きのウェーハを検査対象とする場合、表面検査装置の検査条件等は、ウェーハ上の膜に関する各パラメータの値とうまく組み合わせるように、検査しようとする各ウェーハ毎に、オペレータが逐次設定している。そうすることで、検査時に使用する最適なキャリブレーション・カーブを設定していた。

【０００７】

ウェーハ上に形成された膜の厚みや性質により、表面の反射率、膜の屈折率、内部反射等の光学的条件が変化する。そのため、測定対象であるウェーハ自体の厚みや性質を考慮して、検査感度の安定化を行うことが求められる。従って、各測定毎に測定対象となるウェーハに関してオペレータが条件設定を変更して行うのが通例である。特開２００１－２８１１６２に記載されている従来技術の説明を参照。

【０００８】

たとえば、近年のＳＯＩ等のウェーハのように、特別な膜構造を有するウェーハの場合、各ウェーハ自体の状態を厳密に検査する。最適の検出感度を設定するために、光量や偏光を検査データとして設定する。このとき、これらの検査データと、膜パラメータ（膜種、膜数、屈折率など）との相互関係を十分に考慮したうえで、所望の光学的検査条件をオペレータが手動で設定していた。このような条件設定はオペレータにとって複雑かつ困難であり、高度な知識と熟練が必要であった。

【０００９】

このように、膜付きのウェーハに対して最適な表面検査を行うためには、測定対象となるウェーハ上の膜に関する膜パラメータ（膜厚や屈折率等）と、それに対する検査装置側の検査データ（検査光の波長、偏光状態、ウェーハ表面への入射角等）を関連づけて、つまり、最適の相関関係をもたせて、各測定毎にオペレータが適宜設定することが必要であった。

【００１０】

従来は、各測定毎に測定対象となるウェーハの膜パラメータ（とくに膜厚と屈折率）に基づき、検査光の波長や偏光状態、入射角などの検査データを、オペレータが既知の相互的な相関関係に基づいて手動で入力して設定していた。

【００１１】

たとえば、各膜パラメータの値をカンマ区切りのテキスト形式データの形で記述して、検査装置に読み込ませていた。

【００１２】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このようなオペレータによる条件設定作業は、複数の膜パラメータを考慮しながら、最適の光学的検査条件を選択して、値を設定していくという、複雑かつ困難な作業である。これは、熟練者でなければ適切に実行できない。さらに、これは、熟練者であっても、大きな負担を強いられるものであった。

【００１３】

また、表面検査装置において、１装置１入射角度において波長を切り替えるこ

と（もしくは混合すること）ができない場合、検査対象となるウェーハの膜厚及び膜の屈折率に対して検査装置の検査条件を最適な条件に設定することが困難であった。

【００１４】

また、装置の構成やセッティングを変更するとき、検査するウェーハの膜厚や膜の屈折率に応じて、検査光の波長や入射角の偏光の設定を自動化することができなかった。

【００１５】

本発明の目的は、熟練者でなくても、簡単かつ容易に最適の検査条件を設定できる表面検査方法および装置を提供することである。

【００１６】

【課題を解決するための手段】

本発明の解決手段を例示すると、次のとおりである。

【００１７】

（１）同一入射角度で２種以上の波長のレーザを切り替えもしくは混合の形で膜付きの被検査物に入射して、被検査物の表面を検査する方法において、予め、検査装置に関する検査データと被検査物上の膜に関する膜パラメータとを、所定の光学的検査条件を得るように互いに関連づけて検査装置内に記憶させておき、測定の際に、測定しようとする被検査物の膜パラメータを検査装置にオペレータが設定することにより、所定の検査条件を検査装置内で自動設定することを特徴とする表面検査方法。

【００１８】

（２）同一入射角度で２種以上の波長のレーザを切り替えもしくは混合の形で膜付きの被検査物に入射して、被検査物の表面を検査する装置において、検査装置に関する検査データと被検査物上の膜に関する膜パラメータとを所定の光学的検査条件を得るように互いに関連づけて記憶する記憶手段と、測定の際に、測定しようとするウェーハの膜パラメータをオペレータにより設定するパラメータ設定手段と、パラメータ設定手段により設定されたパラメータに基いて所定の検査条件を自動的に演算する演算手段と、演算手段により演算された所定の検査条件

に基いて装置の各部を制御する制御手段と、を有することを特徴とする表面検査装置。

【００１９】

【発明の実施の形態】

本発明は、検査装置側の検査データと被検査物（たとえばウェーハ）に付いている膜のパラメータの最適の相関関係に基づき、各測定毎にオペレータにより入力される膜パラメータから最適の光学的検査条件を自動的に設定可能とするものである。たとえば、検査対象となる被検査物の製造工程において明らかになるパラメータ（膜付きウェーハの場合、膜数、膜種、膜厚等）と検査データを関連づけて予め記憶しておき、各測定毎にオペレータにより入力される膜パラメータから最適の光学的検査条件を自動的に設定可能とするものである。

【００２０】

本発明は、同一入射角度で２種以上の波長のレーザを切り替えもしくは混合の形で膜付きのウェーハに入射して、ウェーハの表面を検査する方法および装置を改良したものである。予め、検査装置に関する検査データと膜に関する膜パラメータとが、所定の光学的検査条件を得るように互いに関連づけられ、つまり、最適の相関関係をもつように、検査装置の記憶手段に記憶されている。各測定の際に、測定しようとするウェーハの膜パラメータを検査装置の設定手段によってオペレータが設定する。それにより、所望の光学的検査条件が検査装置内で自動設定される。各測定毎にオペレータにより設定される膜パラメータは、膜厚や膜の屈折率である。

【００２１】

まず、本発明の好ましい実施形態による表面検査装置を構成する主要な構成要素を説明する。

【００２２】

○光源部

第１光束と第２光束を発する。

【００２３】

○照射光学系

第１光束と第２光束を膜付被検査物の表面に照射する。

【００２４】

○変位部

膜付被検査物と照射光学系の照射光束とを相対的に変位させる。

【００２５】

○受光光学系

照射光学系で照射されて膜付被検査物表面の検査対象から生じる第１光束の散乱光と照射光学系で照射されて膜付被検査物表面の検査対象から生じる第２光束の散乱光を受光する。

【００２６】

○第１受光部

受光光学系で受光した第１光束の散乱光を第１受光信号に変換する。

【００２７】

○第２受光部

受光光学系で受光した第２光束の散乱光を第２受光信号に変換する。

【００２８】

○記憶手段

記憶手段には、検査装置における検査データ（検査光の波長、偏光、入射角などに関するデータ）と、膜に関する種々のパラメータ（膜厚や屈折率など）とを最適の相関関係をもつように関連づけて、予め記憶しておく。

【００２９】

○制御演算手段

演算手段や、制御手段などを有する。

【００３０】

○演算手段

記憶手段に記憶されている検査データと膜パラメータとの相関関係にしたがって、各測定のときに装置に入力される膜パラメータに基づき、演算手段が自動的に適切な光学的検査条件の値を演算（選択）する。

【００３１】

○制御手段

主として演算手段からのデータにより検査光の波長、偏光、入射角などを制御する。

【００３２】

○インターフェース手段

オペレータに対して、情報を表示するとともに、オペレータが所望のデータを入力可能とする。インターフェース手段は、表示手段や設定手段（たとえばモニタ、キーボード、マウスの他、タッチパネル等）を含む。

【００３３】

○センサ手段

検査装置の波長、偏光、入射角を検出（モニタ）する。

【００３４】

本発明は、前述の構成要素その他を備えていて、とくにウェーハ上の膜の厚みと屈折率に着目して、各ウェーハの表面を検査する。それは、表面上に膜構造を有するウェーハを検査対象とした場合、検出感度の変化は、ウェーハ上に形成された膜の膜厚と反射率の変化によるところが大きいからである。

【００３５】

一般に、反射率の変化は、膜厚、入射角度、波長、偏光が大きな要因である。測定するウエーハの膜厚に対し入射角度、波長、偏光が決まれば、測定対象物であるウェーハによって最適な光学的検査条件が導かれることとなる。

【００３６】

被検査対象となるウェーハ上に形成された膜の波長に対する屈折率を（膜厚との相関関係を含めて）膜パラメータとして予め検査装置の記憶手段に記憶しておき、各測定時には、オペレータが測定対象物であるウェーハの膜厚のみを入力（選択）することで、その記憶された屈折率に基づいて最適な光学的検査条件を求める。これにより、最適の検査条件が極めて容易に検査装置に設定される。その結果、被測定物である膜付きウェーハ上における異物を感度良く検出することができ、非常に能率的な測定が可能になる。

【００３７】

膜厚の値に関して述べると、膜厚は、ウェーハの製造過程において常に管理される項目であるので、膜厚計により精密に測定された値を各ウェーハについて既知のものとして具体的に得ることができる。

【００３８】

好ましくは、表面検査装置のインターフェイース手段とくにその表示部は、膜パラメータを入力するためのデータ入力画面を設けることが好ましい。

【００３９】

膜パラメータとしては、膜厚と屈折率の他に、好ましくは次のものを加えることができる。

【００４０】

（１）膜数（多層膜、単一膜）

（２）各層の膜厚・バラツキ（％入力等）

（３）各層の波長による屈折率

（４）各層の材質名

（５）ウェーハ名称（これはウェーハ毎に保存した検査条件）

測定の際にオペレータにより入力される膜パラメータに対応して、予め記憶されている最適の相関関係にしたがって、検査装置は、波長、入射角度、偏光、その他の最適な光学的検査条件を自動的に算出（選択）する。

【００４１】

膜パラメータの各値に合わせて個別に最適の検査条件を用意してもよいし、あらかじめ登録された膜パラメータが呼びだされた時に最適の検査条件を求めても良い。

【００４２】

なお、オペレータの判断を必要とする場合や、オペレータにガイドを示す場合などは、演算手段の演算結果、反射率と膜厚のグラフを表示できるようにすることが好ましい。このとき、そのウェーハの膜厚にマーカーを示して、わかりやすく表示することも可能である。

【００４３】

各測定時にオペレータにより入力された膜パラメータに対する検査データの条

件設定が十分であれば、自動的に最適な光学的検査条件が選択されて設定される。

【００４４】

あらかじめ記憶された検査データや膜パラメータだけでは対応できない場合は、最適の検査条件を複数用意し、実際に測定を行うことで、１つの最適の検査条件を決めることを可能とするのが好ましい。例えば、偏光成分を考慮した場合、ＰまたはＳでどちらが良いかは、経験的に膜の表面粗さに基づくことが多い。しかし、表面粗さは、その膜を作る装置のレシピにも左右されるため、オペレータが知ることは難しい。そのため、最適の検査条件を幾つか用意しておき、現実に合う条件をユーザーが簡単に選択又は入力できるようにする。そのために、複数の最適条件を示すことが望ましい。この場合、測定作業を促す旨の表示がオペレータに対してインターフェース手段の表示画面に表示されることが好ましい。オペレータはその画面の表示内容から目的を知った上で測定作業を装置に対して指示することができる。逆に、それを拒否することを可能にしてもよい。

【００４５】

また、予め記憶された検査データに基づいて、オペレータに対し光学的検査条件の選択を促す表示を行うことも可能とするのが好ましい。

【００４６】

検査対象に応じた条件設定、例えば所定の粒径以上の異物や走査方向に対する形状等、諸々の条件に応じて任意に設定して記憶させることもできる。既入力の検査データや膜パラメータにおいて最適なものがあれば、それを適宜選択し、オペレータに対して示し、最適の光学的検査条件として設定することができる。

【００４７】

なお、表面検査装置は、好ましくは、光源からの光路の切換手段、入射角度や偏向角度の変更手段、光路内に配置される偏向素子、それを光路内に挿脱可能とする偏光素子可動手段を備えている。

【００４８】

なお、本明細書において、膜構造は透過膜を含む。屈折率により透過膜となり得る。

【００４９】

【実施例】

図１～３は、本発明の好適な１つの実施例による表面検査装置の主要な構成要素の概略配置図である。

【００５０】

表面検査装置１は、少なくとも第１波長λ１の光束１１と、これと異なる第２波長λ２の光束１２を発するレーザチューブ等の光源部１０と、光源部１０からの第１波長λ１の光束１１と第２波長λ２の光束１２を第１照射角度θ１によって、膜付被検査物である膜付半導体ウエーハ２の表面の検査点Ｐ上に照射する照射光学系２０と、照射光学系２０によって照射された光束１１、１２による半導体ウエハ２の表面の検査点Ｐからの散乱光を第１受光方向から受光する受光光学系４０と、膜付被検査物たる膜付半導体ウエハ２を照射光学系２０の照射光束１１に対して相対的に直線及び回転移動可能とする変位部６０とを有する。図１の受光光学系４０の仰角は、３０°である。

【００５１】

光源部１０を説明する。光源部１０は、少なくとも第１波長の光束１１と、これとは異なる第２波長の光束１２を発する。光源部１０としては、複数の波長の光束を発する各種のものが利用できる。例えばマルチラインのレーザのように一つの光源で複数の波長の光束を発するものや、異なる波長の光束を発する複数の光源の光束をハーフミラーなどで合成して一つのビームを形成するものが採用できる。

【００５２】

マルチラインのレーザを採用する際に、不必要な波長の光束が発生する場合は、第１波長と第２波長を通過させるバンドパスフィルターを通過させることにより、必要な波長の光束のみを取り出すことができる。

【００５３】

異なる波長の光束を発する複数の光源を使用する場合は、複数の光束をハーフミラーなどで合成して一つのビームを形成する。

【００５４】

図１～３の例で光源部１０としてアルゴンイオンレーザを用いる場合、４８８ｎｍの波長と５１４．５ｎｍの波長が選択できる。光源部１０から射出された第１波長の光束１１と第２波長の光束１２は、第１ミラー２１によって向きが変えられ、第１照射レンズ群２２、第２ミラー２３を介して第１照射角度θ１で膜付被検査物２の表面の照射点Ｐに照射される。

【００５５】

照射点Ｐに検査対象すなわち異物等が存在した場合、これに照射光束が照射されると、所定の指向性に従って散乱光が生じる。第１照射角度θ１は、膜付被検査物２の法線方向を基準に設定する。

【００５６】

図１～３の実施例においては、第１波長λ１と第２波長λ２の大きさは、任意に選択可能である。

【００５７】

次は、受光光学系４０を説明する。前述の散乱光を受光するために受光光学系４０が設けられている。受光光学系４０は、照射光学系２０によって照射された光束１１、１２による膜付半導体ウエハ２の表面の検査点Ｐからの散乱光を第１受光方向から受光する。第１受光方向の第１受光水平角θＨ１（たとえば９０°）は、照射光学系２０による照射光束１１、１２が膜付被検査物２で鏡面反射されたときの反射方向を基準にして測る。第１受光方向の受光仰角は、例えば３０°に設定される。

【００５８】

図２に示すように、受光光学系４０で受光された受光光束は、受光光路に挿入又はこれから離脱するために矢印方向に移動可能に配置されているＮＤフィルタ２００を経たあと、第１波長λ１の光束と第２波長λ２の光束にダイクロイックミラー４５で分離される。そして、第１受光部４１は、受光光学系４０で受光した第１波長λ１の散乱光を受光し、第１受光信号に変換する。第２受光部４２は、第１受光光学系４０で受光した第２波長λ２の散乱光を受光し、第２受光信号に変換する。第１受光部４１及び第２受光部４２は、フォトマルチプライヤーなどの受光素子が望ましい。

【００５９】

変位部６０を説明する。変位部６０は、膜付被検査物２を回転変位させる回転変位部６１と膜付被検査物２を直線変位させる直線変位部６２とから構成されている。回転変位部６１の１回転の変位に対して、直線変位を光束の幅の所定割合だけ移動させるようにすることで、照射光学系２０の照射光により膜付被検査物２をくまなく螺旋走査を行う。

【００６０】

本発明は前述のような走査方法に限られるものではなく、回転変位の代わりに照射光束をポリゴンミラーなどで直線走査を行うようにしても構わない。

【００６１】

図１～３の実施例では、回転変位部６１が回転テーブルを回転させる回転モータにより構成され、直線変位部６２がその回転モータを直線的に移動させるスライド移動部で構成されている。スライド移動部は、その移動により照射光学系２０の照射光束１１、１２の照射位置が被検査物２の中心を通り、直径方向によぎるように変位させる。

【００６２】

図３は、図１に示す表面検査装置のブロック図である。

【００６３】

第１受光部の第１受光信号及び第２受光部の第２受光信号は、それぞれ、第１Ａ／Ｄ変換器５１及び第２Ａ／Ｄ変換器５２により、デジタル信号に変換された後、制御演算部１２０に送られ、そこで所定の演算処理がなされる。制御演算部１２０は、後述する所定の演算処理を行い、検査結果や演算結果を必要に応じてインターフェース手段１３０の表示部で表示させたり、記憶部１４０に記憶したり、その記憶内容の読み出しを行う。

【００６４】

記憶部１４０には、検査装置における検査データ（検査光の波長、偏光、入射角などに関するデータ）と、膜に関する種々のパラメータ（膜厚保や屈折率など）とを最適の相関関係をもつように関連づけて、予め記憶しておく。

【００６５】

制御演算部１２０は、演算手段と制御手段からなる。

【００６６】

演算手段は、記憶部１４０に記憶されている検査データと膜パラメータとの相関関係にしたがって、各測定のときに装置に入力される膜パラメータに基づき、演算手段が自動的に適切な光学的検査条件の値を演算（選択）する。

【００６７】

制御手段は、演算手段からのデータにより、装置側の光学的検査条件たとえば検査光の波長、偏光、入射角などを制御する。

【００６８】

さらに、制御演算部１２０は、回転変位部６１の回転モータや直線変位部６２のスライド移動部を制御したり、第１受光部４１及び第２受光部４２の感度を制御する。

【００６９】

インターフェース手段１３０は、オペレータに対して、検査結果や演算結果（グラフ）などの情報を表示するとともに、オペレータが所望のデータやパラメータを入力可能とする。インターフェース手段１３０は、表示手段や設定手段（たとえばモニタ、キーボード、マウスの他、タッチパネル等）を含む。

【００７０】

この他に、図示されていないが、センサ手段を設け、検査装置の波長、偏光、入射角を検出（モニタ）するようになっている。

【００７１】

一般的に、透過膜と異物検出感度は、反射率と膜厚の関係に近似している。すなわち、反射率が高いほど検出感度が高い。

【００７２】

ウエーハ上の膜に関するパラメータとしては、基本的に屈折率が用いられるが、反射率は、この屈折率と、膜厚、材質により、一般的な関係式により求めることができる。

【００７３】

図４は、波長０．４８８μｍ、０．６８０μｍ、０．７８０μｍの３種類の光

束を透過膜付ウエハに照射した場合の透過膜の膜厚と反射率の関係を示す図である。

【００７４】

波長により、反射率の大きい山や、反射率の小さくなる谷の部分の周期が異なることがわかる。このため、いくつかの互いに異なる波長を有する光束を選択的に組み合わせて、同軸でかつ同時に入射して検査を行うと、１波長の光束を入射して検査を行う場合と比較して、感度が著しく異なる場所が少なくなる。つまり、反射率が一定に保たれている。具体的には、例えば、膜厚が、０．３２μｍ、０．４６μｍ、０．８８μｍの透過膜が設けられた膜付きウエハが、混在するラインで用いられる場合を想定する。この場合、０．３２μｍの透過膜が設けられた膜付きウエハを測定する場合には、０．４８８μｍの波長の光を選択し、０．４６μｍの透過膜が設けられた膜付きウエハを測定する場合には、０．６８０μｍの波長の光を選択し、０．８８０μｍの透過膜が設けられた膜付きウエハを測定する場合には、０．７８μｍの波長の光を選択することにより、いずれの膜厚のウエハの測定に際しても適切な感度で測定が行える。

【００７５】

膜厚と選択する波長の相性を表１に示す。この表１中、◎は最適、○は良、－は不向きを示している。

【００７６】

【表１】

膜厚(μm)＼波長(μm)	0.488	0.680	0.780
0.32	◎	－	－
0.46	－	◎	○
0.88	－	－	◎

このような波長を有する光束を選択すると、透過膜の膜厚の変化による感度の不安定化が抑えられ、感度の安定化が図られ、最適の検査条件が得られる。

【００７７】

受光部４１で受光された第１受光信号は、第１Ａ／Ｄ変換器５１によりアナロ

グ信号からデジタル信号に変換される。受光部４２で受光された第２受光信号は、第２Ａ／Ｄ変換器５２によりアナログ信号からデジタル信号に変換される。

【００７８】

デジタル信号に変換された第１受光信号と第２受光信号は、制御演算部１２０に送られ、制御演算部１２０により、膜付ウエハ表面の検査位置ごとに最適の光学的検査条件が選択される。

【００７９】

制御手段による装置側の光学的検査条件の制御は、波長に関しては光源１１０、２１０の制御、偏光に関してはレンズユニット５０の制御、入射角に関してはミラー１２３の角度の制御等により行われる。

【００８０】

本発明は、以上の実施例に限定されない。

【００８１】

膜付ウェーハの表面上に入射する光束は、互いに異なる波長を有する３つ以上の光束を用いてもよい。

【００８２】

また、図５に示すように、光源部としては、異なる波長の光束を発する複数の光源部１１０、２１０を使用してもよい。この場合、光源部１１０、２１０は、それぞれＯＮ／ＯＦＦ制御をすることができる。光源部１１０から発せられる波長λ１の光束１１１は、ハーフミラー１０３を通過する。光源部２１０から発せられる波長λ２の光束１１２は、ミラー１２１で反射される。ミラー１２１で反射された波長λ２の光束１１２は、ハーフミラー１０３で反射される。波長λ１の光束１１１と波長λ２の光束１１２は、レンズユニット５０を通過する。レンズユニット５０は、ビーム整形機能や偏光選択機能を有する。レンズユニット５０を通過した波長λ１の光束１１１は、ミラー１２２とミラー１２３で反射されて膜付被検査物２上に照射される。レンズユニット５０を通過した波長λ２の光束１１２は、ミラー１２２とミラー１２３で反射されて膜付被検査物２上に照射される。

【００８３】

図６に示すように、膜付被検査物２上に光束１１１、１１２が照射されて生じた散乱光は、レンズ５３と波長弁別素子５４と受光素子４１、４２からなる検出系で検出される。

【００８４】

また、本発明において照射する複数の光束は、同一方向からの照射だけでなく、同一の照射角度で互いに異なる方向から照射してもよい。

【００８５】

さらに、照射する複数の光束は、互いに異なる角度で入射することもできる。その場合、受光光学系は、異なる波長を有する光束ごとに、その散乱光を受光し、任意の入射角度の照射光束による検査対象の検出を行うことができる。

【００８６】

また、本発明に用いる光束は、互いに異なる波長を有する複数の光束を用いる代わりに、互いに異なる偏光成分の光束を利用してもよい。互いに異なる偏光成分の光束を利用して膜付被検査物の表面検査を行う場合は、検出系には、偏光板を用いる。

【００８７】

図７は、偏光板を用いた検出系の一例を示す図である。

【００８８】

偏光板を用いた検出系は、シリンダー機構７０と偏光板７１、７２と、レンズ５３と受光素子４３からなる。シリンダー機構７０は、偏光板７１、７２を移動させる。

【００８９】

この偏光板を用いた検出の場合、膜付被検査物２上に光束１１１、１１２が照射されて生じた散乱光は、偏光板７２とレンズ５３を介して、受光素子４３で受光される。そして、偏光成分ごとに受光信号が形成される。

【００９０】

図８は、膜パラメータの選定のフローの一例を示す。

【００９１】

推奨パラメータの組み合わせは優先度の高い順に幾つか提示される。オペレー

タが最適のものを選択し、測定結果に満足しない場合は再度別の推奨パラメータを選択して、測定し直す。

【００９２】

オペレータが、膜パラメータを入力したときに、制御演算部１２０で反射率グラフを作成し、その情報に基づき、オペレータが、推奨値パラメータの組み合わせを決めて、それをインターフェース手段１３０に表示する。

【００９３】

推奨に関するルールは別途記述され、プログラム中に呼び出されるか、もしくはプログラム埋め込みとして動作するようにする。

【００９４】

図９は、ＳＯＩウェーハの一例を示す。

【００９５】

図９に示されているＳＯＩウェーハの構造においては、ユーザーごとに表面のＳｉ層の厚みと内部のＳｉO_2層の厚みが異なり、複雑な反射率を示す。

【００９６】

図１０は、図９のＳＯＩウェーハの構造におけるＳｉO_2層を５０ｎｍ固定としたときのＳｉ層の厚みが異なる場合の反射率の変化を示す。

【００９７】

このようなＳＯＩウェーハの入力項目の例１を説明すると、次のとおりである。

【００９８】

第一膜厚　　：１１０ｎｍ
第一膜種　　：Ｓｉ
第一屈折率　　：－
第二膜厚　　：５０ｎｍ
第二膜種　　：ＳｉO_2
第二屈折率　　：－

ただし、装置内部で使用している波長は既知のため、屈折率は入力ない場合もある。

【００９９】

登録されていない材質の場合は別途警告やエラーが表示される。

【０１００】

初めての材質などの場合は、装置使用の波長ごとに入力する必要がある。

【０１０１】

さらに、別の例２を示すと、次のとおりである。

【０１０２】

第一膜厚　　：１１０ｎｍ
第一膜種　　：Ｓｉ
第一屈折率－１　：５．０
第一屈折率－２　：５．６３
第二膜厚　　：５０ｎｍ
第二膜種　　：SiO_2
第二屈折率－１　：１．４８０
第二屈折率－２　：１．４８６

前述の例１～２のうち、例１は、４１５ｎｍの場合で、例２は、３９５ｎｍの場合である。いずれの例１～２においても、入力後、オペレータにより入力される膜パラメータに基づく演算が制御演算部１２０で行われ、最適な波長と偏光がインターフェース手段１３０の表示画面に示される。

【０１０３】

図１１は、そのようにオペレータにより入力された膜パラメータに基づき演算された反射率のグラフの一例である。

【０１０４】

図１１では、矩形の枠が最適な範囲として選択される。上記Ｓｉ－１１０ｎｍの場合は、４１５ｎｍでＰ偏光が自動的に第一候補として選択される。第二候補は３９５ｎｍのＰ偏光である。

【０１０５】

なお、図１１の例の場合は、表面がＳｉ層のため、Ｐ偏光が有利であるという経験則に基づく判断がなされている。

【０１０６】

この経験則を記述するファイルを使用してもよいし、プログラム埋め込みにしてもよい。

【０１０７】

第一候補を選択した後に、装置はＬＤ用の偏光板を操作し、Ｐ偏光にし、４１５ｎｍの波長が所定の入射角度側に入射されるように光学系を駆動し、ハード系側の準備を終了する。

【０１０８】

【発明の効果】

本発明によれば、被検査ウェーハ上に形成された膜に関する各種パラメータを検査装置に設定（入力や選択）することで、最適な光学的検査条件が自動設定され、測定が可能となる。

【０１０９】

同一入射角において２種以上の波長を切り替えもしくは混合できる表面検査装置において、最適の光学的検査条件の設定を自動化することが可能になる。その結果、熟練者でなくても、簡単に高精度な測定が可能になる。半導体工場の異物管理を効率的かつ最適に行うことができるようになり、歩留まりの向上に大きく寄与できる。

【０１１０】

ＳＯＩウェーハは、個々のアプリケーション毎に膜厚が異なるので、その都度最適条件を求めざるをえず、ユーザー側のキャリブレーション作業が多くなったり、光学の高度知識が必要になるなど、難しい作業となってしまうが、本発明によれば、自動化を進めることができる。ＳＯＩウェーハのように、個々のアプリケーション毎に膜厚が異なるウェーハの場合でも、複雑な装置の操作を理解していなくても、また装置の操作に熟練していなくても、最適な検査条件を設定することが容易にできる。必要な膜パラメータを入力する事で、装置が自動的にもっとも最適な条件を導き出すため、ユーザーは非常に簡易に装置を使用して、目的の測定ができるようになる。

【０１１１】

また、条件設定に関して必要な事項をオペレータに示すようにすると、条件設定を間違うことなく容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】

本発明の好適な１つの実施例による表面検査装置の主要な光学要素の概略配置図。

【図２】

受光光学系の詳細図。

【図３】

図１に示す表面検査装置のブロック図。

【図４】

３つの波長の光束を膜付ウエハに照射した場合の透過膜の膜厚と反射率の関係を示す図。

【図５】

異なる波長の光束を発する複数の光源を有するシステムのブロック図。

【図６】

図５に示すシステムに用いる検出システムのブロック図。

【図７】

偏光板を用いた検出系を示す図。

【図８】

本発明の１つの実施例による膜パラメータの選択のフローチャート。

【図９】

ＳＯＩウェーハの一例を示す。

【図１０】

SiO_2層を５０ｎｍ固定としたときのＳｉ層の厚みが異なる場合の反射率変化を示すグラフである。

【図１１】

図１０のグラフから最適範囲を演算して、矩形の枠で示している。

【符号の説明】

１　表面検査装置

２　膜付被検査物

１０　光源部

２０　照射光学系

４０　受光光学系

４１　第１受光部

４２　第２受光部

４５　ダイクロイックミラー

５１　第１Ａ／Ｄ変換器

５２　第２Ａ／Ｄ変換器

６０　変位部

６１　回転変位部（回転モータが典型例）

６２　直線変位部（スライド移動部が典型例）

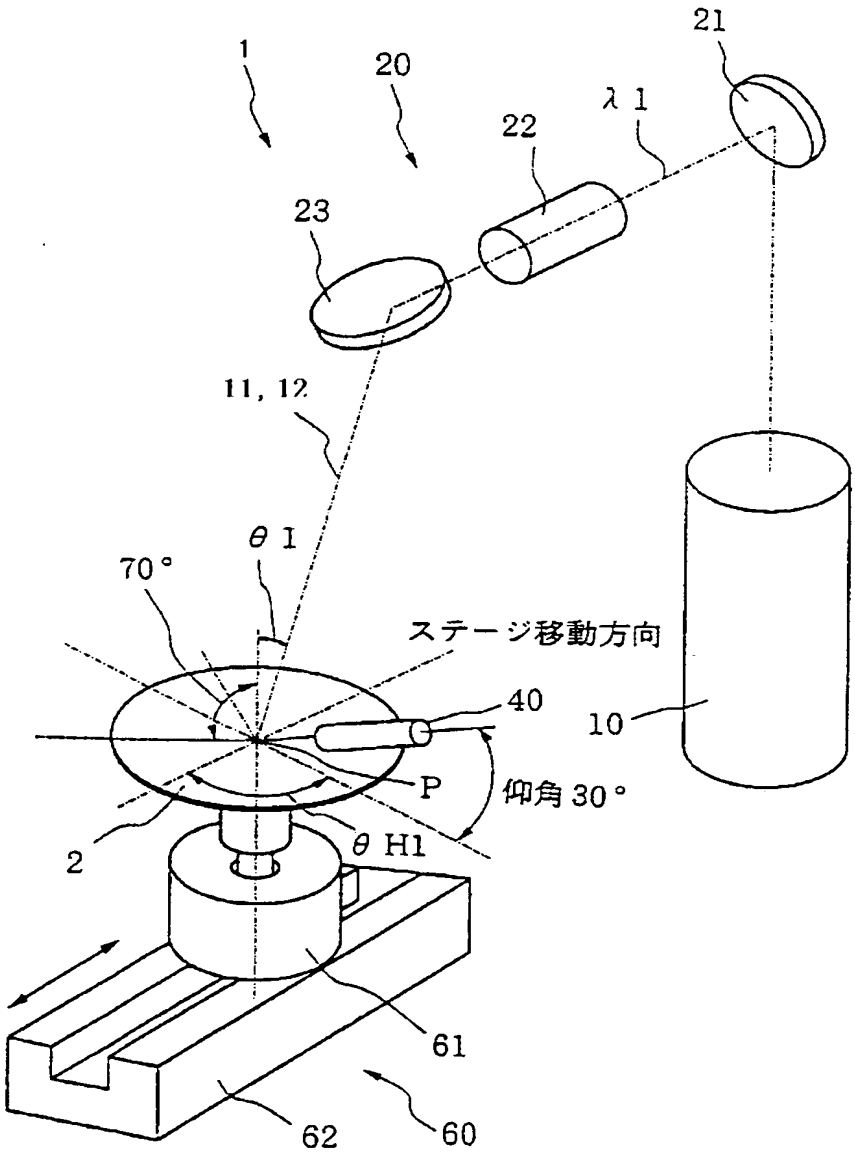
１２０　制御演算部

１３０　インターフェース手段（表示手段と設定手段を含む）

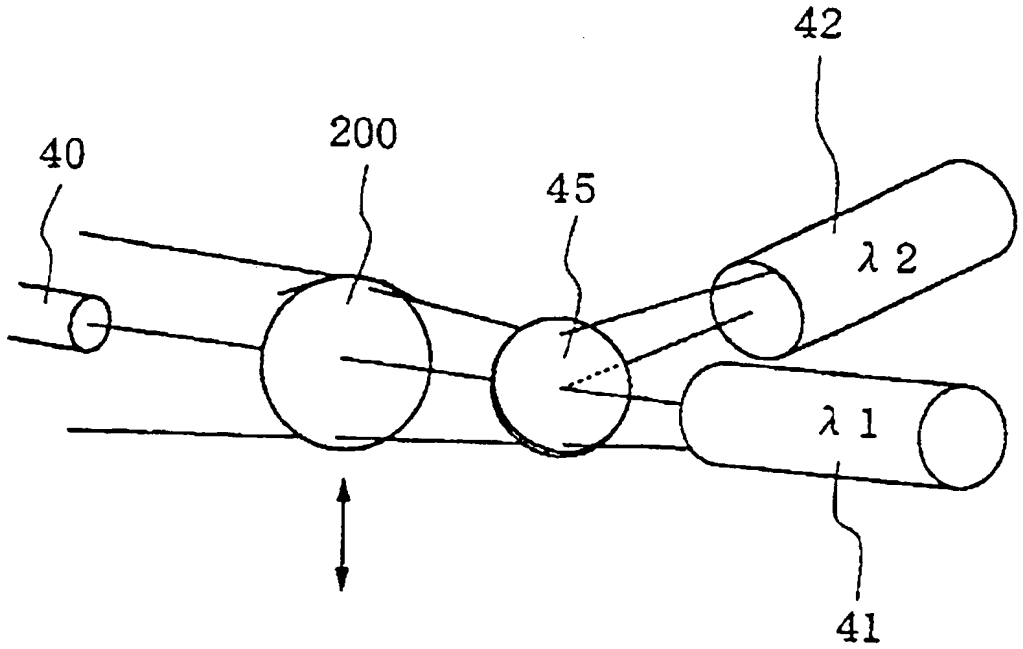
１４０　記憶手段

【書類名】　図面

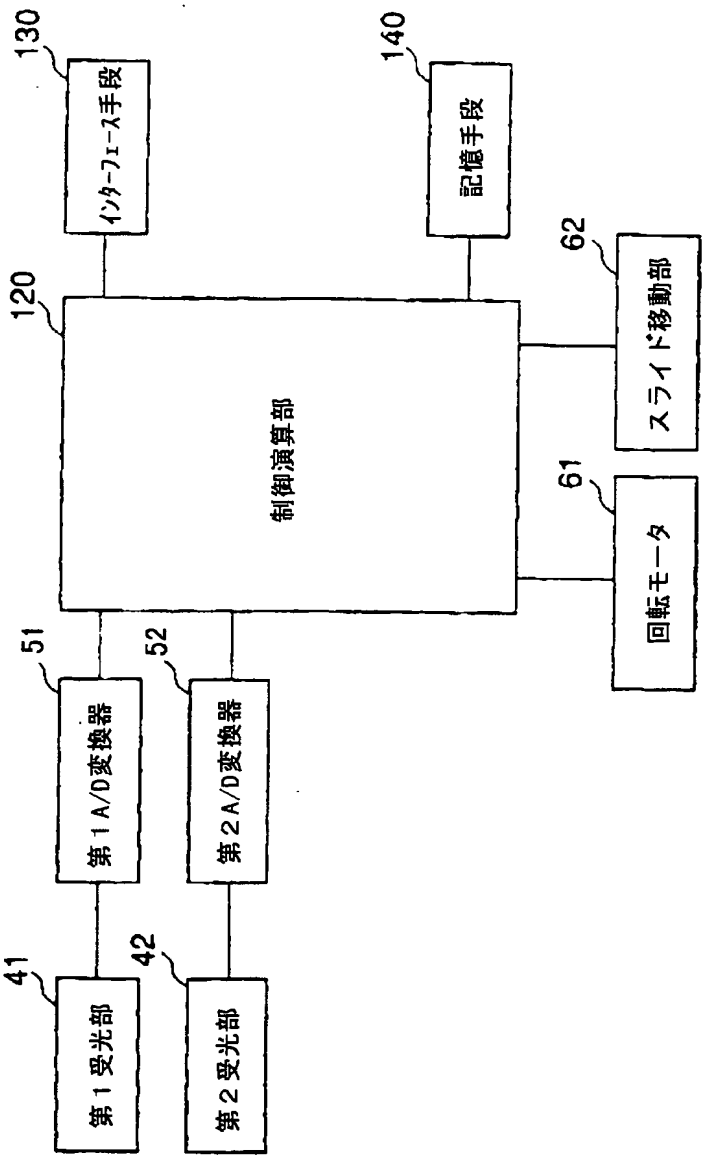
【図１】



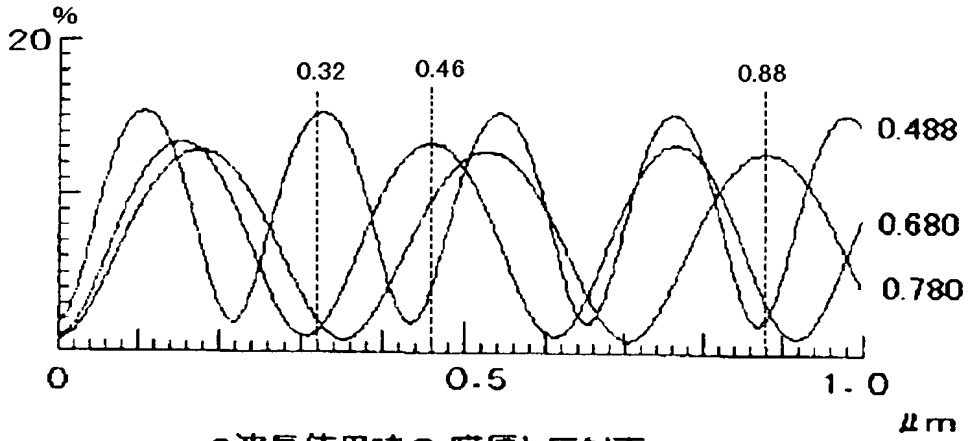
【図２】



【図３】

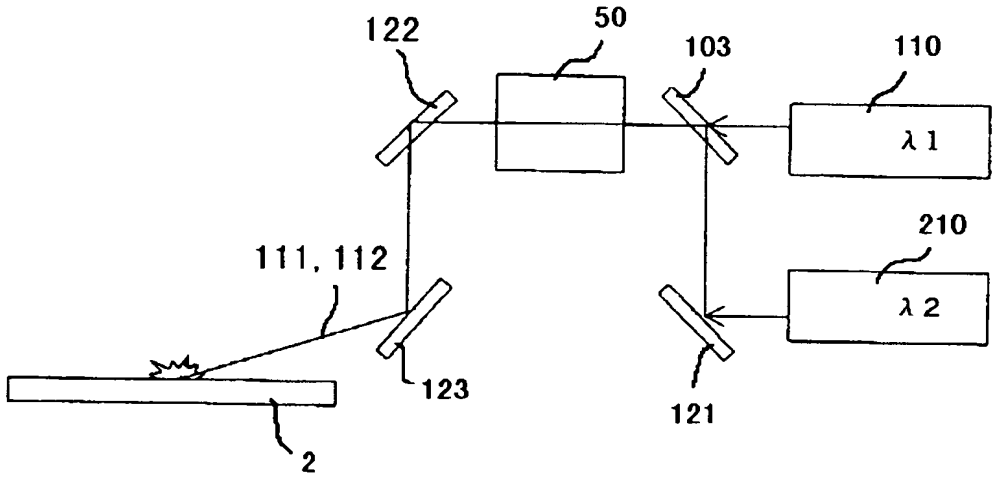

130
インターフェース手段
140
記憶手段
62
スライド移動部
120
制御演算部
61
回転モータ
51
第１A/D変換器
52
第２A/D変換器
41
第１受光部
42
第２受光部

【図４】

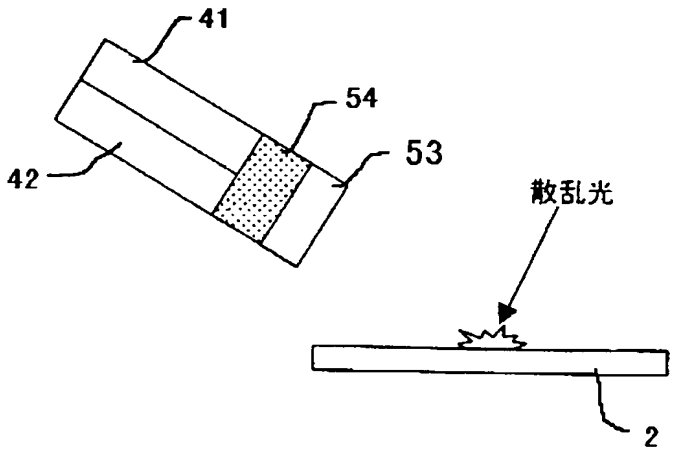


3波長使用時の膜厚と反射率　SiO2

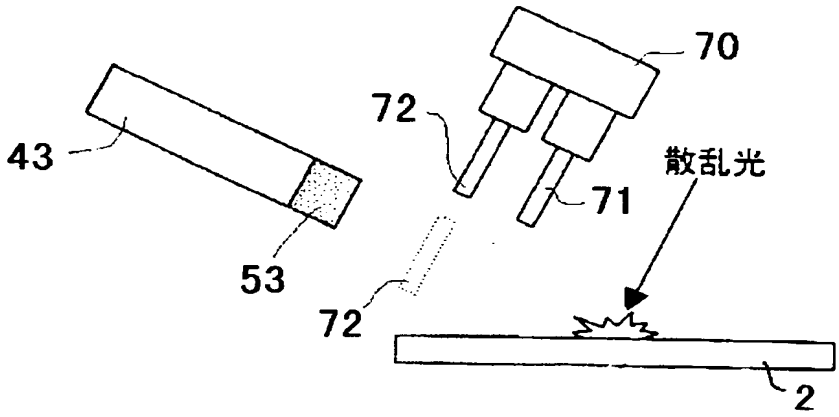
【図５】



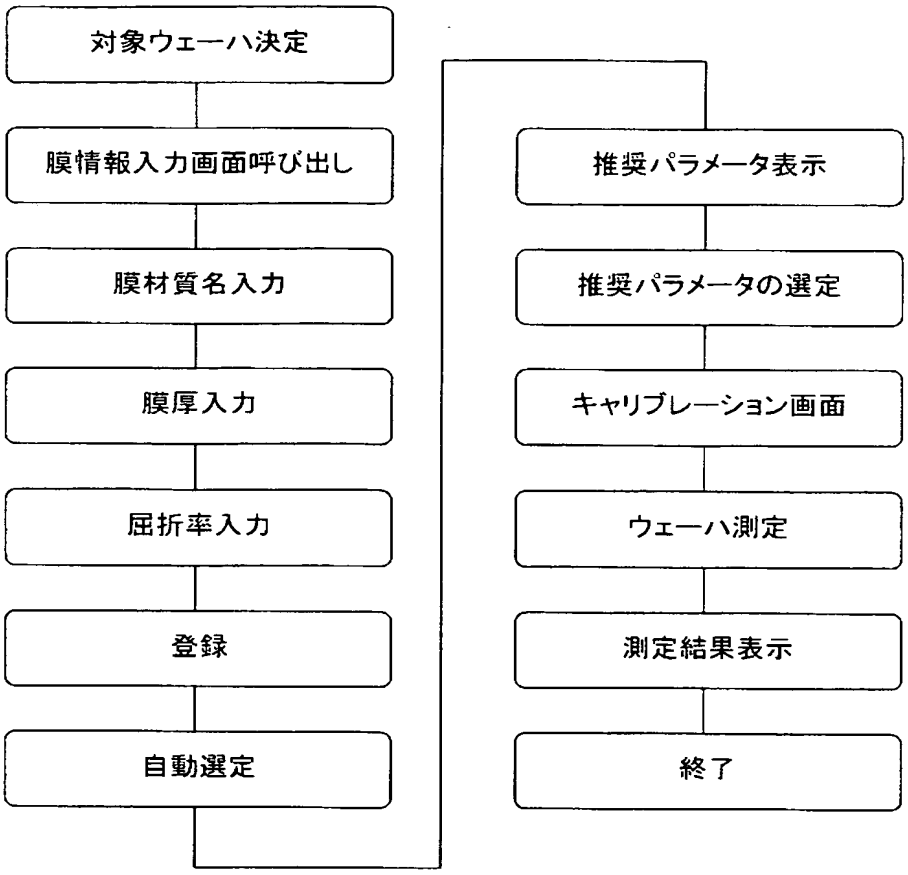
【図６】



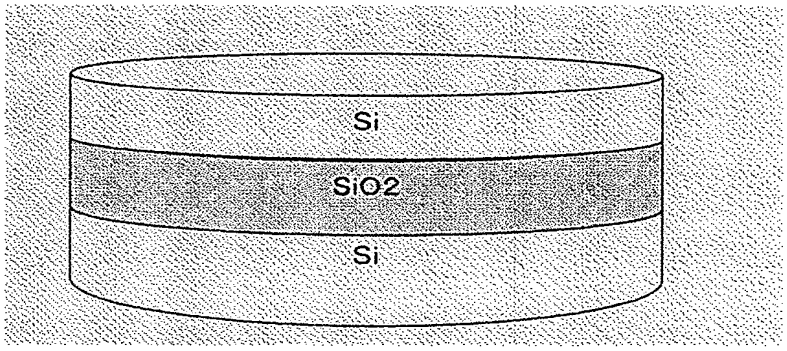
【図７】



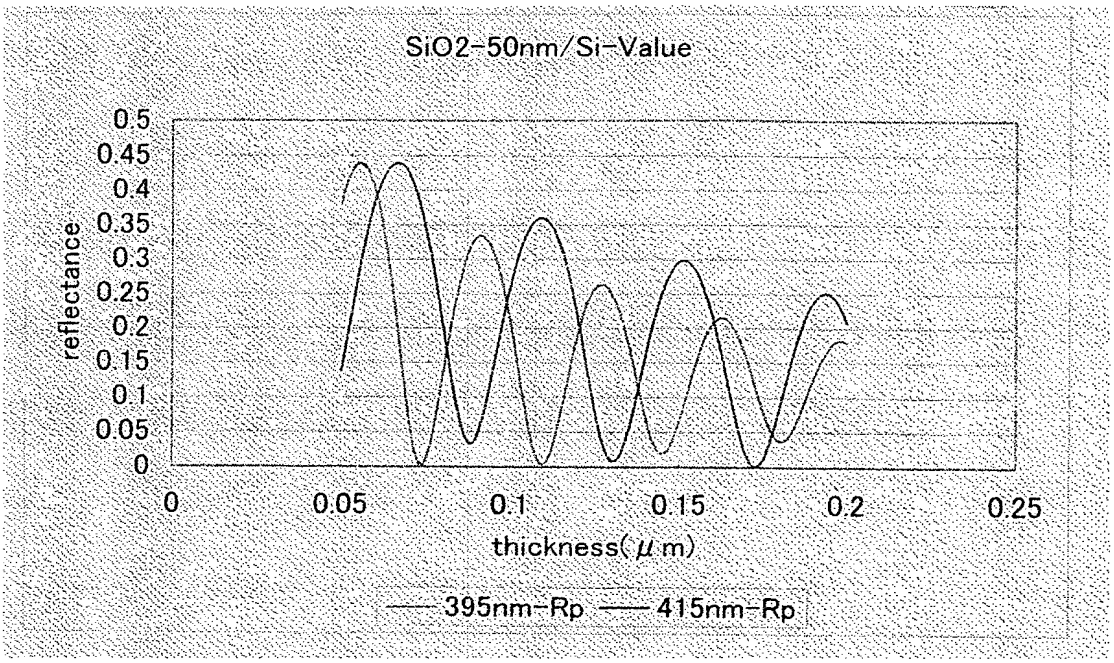
【図８】


対象ウェーハ決定
膜情報入力画面呼び出し
膜材質名入力
膜厚入力
屈折率入力
登録
自動選定
推奨パラメータ表示
推奨パラメータの選定
キャリブレーション画面
ウェーハ測定
測定結果表示
終了

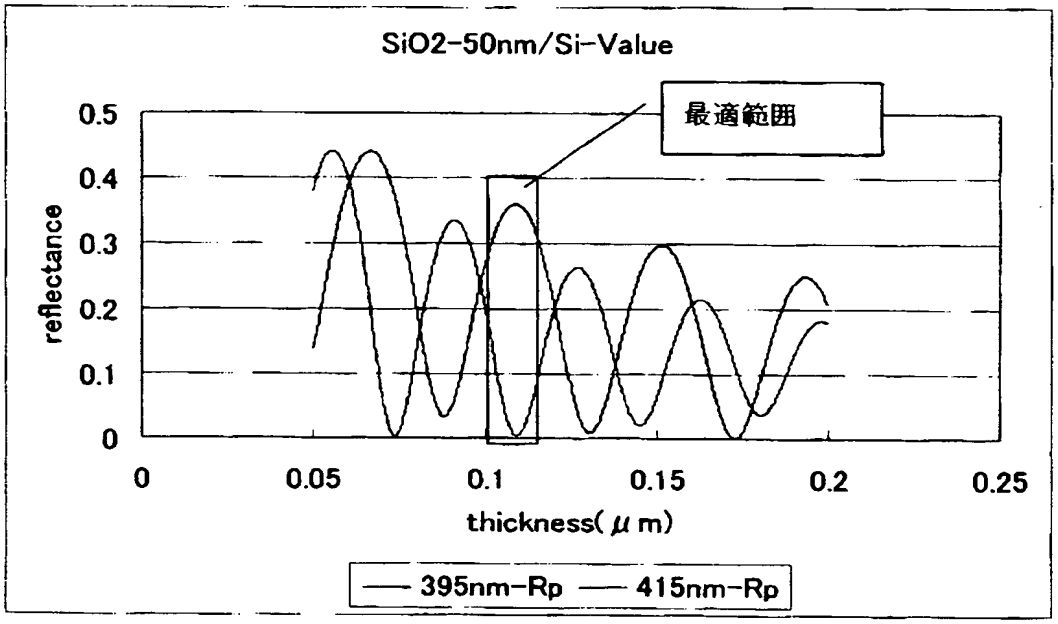
【図９】


Si
SiO2
Si

【図１０】


SiO2-50nm/Si-Value
reflectance
0.5
0.45
0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
thickness(μm)
395nm-Rp
415nm-Rp

【図１１】


SiO2-50nm/Si-Value
最適範囲
reflectance
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
thickness(μm)
395nm-Rp
415nm-Rp

【書類名】　要約書

【要約】

【課題】　熟練者でなくても、簡単かつ容易に最適の検査条件を設定できる表面検査方法および装置を提供する。

【解決手段】　同一入射角度で２種の波長のレーザを切り替えもしくは混合の形で膜付きのウェーハに入射して、ウェーハの表面を検査する方法および装置において、予め、検査装置に関する検査データと膜に関する膜パラメータとが、所定の検査条件を得るように互いに関連づけられた状態で検査装置の記憶手段に記憶されている。各測定の際に、測定しようとするウェーハの膜パラメータを検査装置の設定手段でオペレータが設定する。それにより、所望の検査条件が検査装置内で自動設定される。各測定毎にオペレータにより設定される膜パラメータは、膜厚や膜の屈折率である。

【選択図】　図１

特願２００２－２９５６１３

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　［０００２２０３４３］

１．変更年月日　　１９９０年　８月　８日
［変更理由］　　新規登録
住　所　　東京都板橋区蓮沼町７５番１号
氏　名　　株式会社トプコン